

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

10/736, 783
Honjou et al
December 17, 2003
67471-033
McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年11月17日

出願番号
Application Number: 特願2003-386910

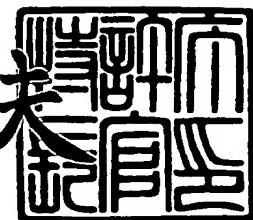
[ST. 10/C]: [JP2003-386910]

出願人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

2003年12月10日

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 2926950006
【提出日】 平成15年11月17日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C23C 14/25
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 本城 文兼
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 長谷川 和紀
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 奥西 広樹
【特許出願人】
【識別番号】 000005821
【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
【識別番号】 100090446
【弁理士】
【氏名又は名称】 中島 司朗
【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2002-364861
【出願日】 平成14年12月17日
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 014823
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9003742

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

高密度プラズマを生成するプラズマ室と、

前記プラズマ室と連通されており、かつ、前記プラズマにより処理される試料を保持する試料室と、

前記プラズマ処理による生成物が前記プラズマ室の内壁に付着するのを防ぐ防着管とを備え、

前記防着管は、前記プラズマ発生時の温度分布に応じて、複数個に分割されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記プラズマ室は円筒形状をとり、

前記防着管は円筒形状であって、前記プラズマ室内に嵌挿されており、かつ、管軸方向に分割されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記防着管は、前記プラズマ発生時に温度勾配がより大きい部分は管長がより小さく、当該温度勾配がより小さい部分は管長がより大きくなるように分割されていることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記防着管は、その内壁面に、その管軸と平行な溝が設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記防着管は、複数の溝が設けられており、

前記複数の溝は、前記防着管の管軸周りに等間隔に設けられていることを特徴とする請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記防着管は、石英から成る

ことを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

前記プラズマを用いて、前記試料にスパッタリング処理を施すことを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】

高密度プラズマを生成するプラズマ室と、

前記プラズマ室と連通されており、かつ、前記プラズマにより処理される試料を保持する試料室と、

前記プラズマ処理による生成物が前記試料室の内壁に付着するのを防ぐ防着管とを備え、

前記防着管は、前記プラズマ発生時の温度分布に応じて、複数個に分割されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記試料室は円筒形状をとり、

前記防着管は円筒形状であって、前記試料室内に嵌挿されており、かつ、管軸方向に分割されている

ことを特徴とする請求項 8 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 10】

前記防着管は、前記プラズマ発生時に温度勾配がより大きい部分は管長がより小さく、当該温度勾配がより小さい部分は管長がより大きくなるように分割されていることを特徴とする請求項 9 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 11】

前記防着管は、その内壁面に、その管軸と平行な溝が設けられている

ことを特徴とする請求項8に記載のプラズマ処理装置。

【請求項12】

前記防着管は、複数の溝が設けられており、

前記複数の溝は、前記防着管の管軸周りに等間隔に設けられていることを特徴とする請求項11に記載のプラズマ処理装置。

【請求項13】

前記防着管は、石英から成る

ことを特徴とする請求項8に記載のプラズマ処理装置。

【請求項14】

前記プラズマを用いて、前記試料にエッチング処理を施す

ことを特徴とする請求項8に記載のプラズマ処理装置。

【請求項15】

前記プラズマを用いて、前記試料にCVD処理を施す

ことを特徴とする請求項8に記載のプラズマ処理装置。

【請求項16】

前記プラズマは電子サイクロトロン共鳴により生成される

ことを特徴とする請求項1から請求項15のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】プラズマ処理装置

【技術分野】

【0001】

本願発明は、プラズマを利用して薄膜形成等の処理を行うプラズマ処理装置に関し、特に、プラズマ処理装置の内部に酸化ケイ素等が付着するのを防ぐための防着技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体集積回路等の電子デバイスの製造に際し、電子サイクロトロン共鳴 (ECR: Electron Cyclotron Resonance) によって得られる高エネルギーのプラズマを用いて、スパッタリングやエッチングが行われている。

例えば、ECRスパッタリング法においては、電子サイクロトロン共鳴により高エネルギー化したプラズマにより、1種類以上のガス（例えばアルゴンガス）を分解して生成されたイオンをターゲットに衝突させる。この衝突によって、ターゲットから飛び出していく金属原子、或いは、ターゲットから飛び出してきた金属原子と成膜室内の気体とが反応して生成され分子が、試料上に堆積する。

【0003】

図6は、ECRスパッタリング法に用いられるECRスパッタリング装置の構成を例示する断面図である。図6に示されるように、ECRスパッタリング装置6は成膜室601とプラズマ室607とを備えており、これらは互いに隣接している。成膜室601には試料台604が設けられており、この試料台604に試料603がセットされる。

成膜室601の試料603についてプラズマ室607側には、プラズマ室607に連通するプラズマ導入口606が設けられている。このプラズマ導入口606を囲むようにして、リング状の金属ターゲット605が配設されている。この金属ターゲット605は、珪素などを含む固体原料からなっており、試料603上に形成される膜の原料となる。

【0004】

プラズマ室607には、導波管609を介して、マイクロ波608が導入される。プラズマ室607と導波管609の間には、マイクロ波導入窓610が設けられている。マイクロ波導入窓610は石英ガラスからなっており、導波管609側に設けられているプラズマ室607の開口部分を密封して、プラズマ室607の気密を保つ。

また、成膜室601には排気口602が設けられている。成膜室601、並びに、プラズマ室607の内部の気体は、真空装置（図示省略。）により、排気口602から排気される。このようにして、成膜室601、並びに、プラズマ室607の内部が真空状態とされると、プラズマ室607に設けられているガス導入口611から、アルゴン等のプラズマ形成用のガスが導入される。

【0005】

プラズマ室607の周囲には、励磁コイル612が配設されている。プラズマ室607内にガスが導入されると、励磁コイル612は、プラズマ室607内に磁場を形成して、電子サイクロトロン共鳴による放電を発生させる。すると、高密度のプラズマが発生して、アルゴンイオンが生成される。

生成されたアルゴンイオンは、プラズマ室607からプラズマ導入口606を経て、成膜室601に引き出される。

【0006】

金属ターゲット605には、負電位が印加されている。この負電位によって生じる電界の作用により、前記アルゴンイオンが金属ターゲット605に衝突する。これによって、金属ターゲット605から珪素原子が飛び出して試料603上に堆積する。また、金属ターゲット605から飛び出した珪素原子と成膜室601内の気体とが反応して生成された分子が試料603上に堆積する。

【0007】

これにより試料603上に成膜される（例えば特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平1-306558号公報（第2頁から第4頁まで、及び第1図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

さて、前記試料603上に成膜する際には、金属ターゲット605から飛び出した珪素原子は、試料603上に堆積するのみならず、プラズマ室607の内壁など、ECRスパッタリング装置の内壁上にも付着する。このような付着を防ぐために、プラズマ室607内部には、防着板613、614及び防着管620が配設されている。

防着管620は円筒状の石英管からなっている。防着板613は円板状の石英板に丸穴が空いた丸穴石英板から、また、防着板614は円板状の石英板に角穴が空いた角穴石英板からなっている。これにより、前記珪素原子は、防着管620等の上に付着するので、プラズマ室607の内壁上には付着する事がない。即ち、ECRスパッタリング装置にて成膜処理を繰り返すと、防着管620等の上に酸化珪素等からなる膜が付着成長する。

【0009】

一方、プラズマ発生時、プラズマ室607内部においては、その中央部分において温度が高く、周辺部分に近づくにつれて温度が低くなる。このため、防着管620も、プラズマ室607の中央部分に近いほど高温となり、周辺部分に近づくほど温度が低くなるので、この温度差に起因して防着管620の内部に熱応力が発生する。

このため、ECRスパッタリング装置にて成膜処理を繰り返すと、熱疲労によって防着管620が破損する。この結果、防着管620上に付着成長していた酸化珪素等の破片や防着管620そのものの破片が飛散して、アルゴンイオンの移動が妨げられるため、延いては、試料表面において必要な成膜特性が得られなくなってしまう。

【0010】

このような問題に対する対策として、防着管620を交換すれば必要な成膜特性を回復することができる。しかしながら、防着管620を交換するためには成膜室601を大気開放しなければならないので、作業後に成膜室内の真空引きや水分除去といった作業が必要となる。

この真空引きや水分除去は多大の作業時間を要する。また、防着管620を頻繁に交換すると防着管620そのものの必要も増大するため、コストの観点から好ましくない。かかる問題は、ECRスパッタリング装置のみに留まらず、ECRエッチング装置その他、電子サイクロン共鳴を利用するプラズマ処理装置のみならず、さらには高密度プラズマを発生させてこれを利用するプラズマ処理装置全般に存する。

【0011】

プラズマ室内の温度差は他の方法を用いても発生し、また発生するプラズマが高密度であるほどその温度も高くなり、温度差がさらに拡大するからである。

例えば、プラズマ密度が 10^{11} ions/cm³程度であれば、プラズマ温度は600°C以上になると見積もられ、そのような高温では防着管への熱的影響も大きいものとなる。

【0012】

本願発明は、上述のような問題に鑑みてなされたものであって、防着部材の交換頻度を低減することができるプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するため、本願発明に係るプラズマ処理装置は、高密度プラズマを生成するプラズマ室と、前記プラズマ室と連通されており、かつ、前記プラズマにより処理される試料を保持する試料室と、前記プラズマ処理による生成物が前記プラズマ室の内壁に付着するのを防ぐ防着管とを備え、前記防着管は、前記プラズマ発生時の温度分布に応じて、複数個に分割されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

このようにすることによって、プラズマ処理中における防着管の各部分間の温度差に起因して発生する熱応力を逃すことができるので、防着管の破損を防止することができる。したがって、防着部材の交換頻度を低減することができるので、プラズマ処理装置のランニング・コストを低減することができる。

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記プラズマ室は円筒形状をとり、前記防着管は円筒形状であって、前記プラズマ室内に嵌挿されており、かつ、管軸方向に分割されていることを特徴とする。このようにすることによって、応力の集中を防ぐことができるので、防着管を更に破損し難くすることができる。

【0015】

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記防着管は、前記プラズマ発生時に温度勾配がより大きい部分は管長がより小さく、当該温度勾配がより小さい部分は管長がより大きくなるように分割されていることを特徴とする。

このようにすることによって、防着管を構成する複数の部分防着管のそれについて、ひとつの部分防着管内での温度差を低減して熱応力の発生を抑えることができる。したがって、部分防着管の破損を防止することができるので、延いては防着管全体の破損を防止することができる。

【0016】

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記防着管は、その内壁面に、その管軸と平行な溝が設けられていることを特徴とする。このようにすることによって、防着管の内側に付着する膜に起因する応力による歪を逃がして、応力による石英の歪をさらに効率よく逃がすことができる。したがって、防着管の破損を防止することができる。

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記防着管は、複数の溝が設けられており、前記複数の溝は、前記防着管の管軸周りに等間隔に設けられていることを特徴とする。

【0017】

このようにすれば、前記付着膜が膨張することによって生じる応力を分散することができるので、防着管の破損を防止することができる。この場合において、防着管の内壁に設けられる溝の長手方向は、前記付着膜によって防着管に係る応力の方向に直行するのが好ましい。このようにすれば、当該応力を効率よく逃すことができる。

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記防着管は、石英から成ることを特徴とする。このようにすることによって、プラズマ発生時における高温に耐えて、プラズマ室の内壁に不要物が付着するのを防止することができる。また、防着管そのものも破損し難くすることができる。

【0018】

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記プラズマを用いて、前記試料にスパッタリング処理を施すことを特徴とする。このようにすれば、スパッタリング装置に設置されている防着管を破損し難くすることができる。したがって、スパッタリング装置による生産効率を向上させることができる。

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、高密度プラズマを生成するプラズマ室と、前記プラズマ室と連通されており、かつ、前記プラズマにより処理される試料を保持する試料室と、前記プラズマ処理による生成物が前記試料室の内壁に付着するのを防ぐ防着管とを備え、前記防着管は、前記プラズマ発生時の温度分布に応じて、複数個に分割されていることを特徴とする。

【0019】

このようにすれば、前記試料室の内壁に付着するのを防ぐ防着管において、プラズマ処理中に生じる温度勾配に応じた熱応力を逃すことができるので、当該防着管の破損を防止することができる。したがって、プラズマ処理装置のランニング・コストを低減することができる。

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記試料室は円筒形状をとり、前記防着管

は円筒形状であって、前記試料室内に嵌挿されており、かつ、管軸方向に分割されていることを特徴とする。このようにすれば、防着管内における熱応力の集中を防止して、防着管を更に破損し難くすることができる。

【0020】

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記防着管は、前記プラズマ発生時に温度勾配がより大きい部分は管長がより小さく、当該温度勾配がより小さい部分は管長がより大きくなるように分割されていることを特徴とする。

このようにすれば、防着管を構成する複数の部分防着管のそれぞれについて、ひとつの部分防着管内での温度差を低減して熱応力の発生を抑えることができる。したがって、部分防着管の破損を防止することができるので、延いては防着管全体の破損を防止することができる。

【0021】

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記防着管は、その内壁面に、その管軸と平行な溝が設けられていることを特徴とする。このようにすれば、防着管の内側に付着する膜に起因する応力による歪を逃がして、応力による石英の歪をさらに効率よく逃がすことができる。したがって、防着管の破損を防止することができる。

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記防着管は、複数の溝が設けられており、前記複数の溝は、前記防着管の管軸周りに等間隔に設けられていることを特徴とする。

【0022】

このようにすれば、このようにすれば、前記付着膜が膨張することによって生じる応力を分散することができるので、防着管の破損を防止することができる。この場合にも、上述と同様、防着管の内壁に設けられる溝の長手方向は、前記付着膜によって防着管に係る応力の方向に直行するのが好ましい。

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記防着管は、石英から成ることを特徴とする。このようにすれば、プラズマ発生時における高温に耐えて、プラズマ室の内壁に不要物が付着するのを防止することができる。また、防着管そのものも破損し難くすることができる。

【0023】

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記プラズマを用いて、前記試料にエッチング処理を施すことを特徴とする。このようにすることによって、エッチング処理装置に設置されている防着管を破損し難くすることができる。したがって、エッチング処理装置による生産効率を向上させることができる。

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記プラズマを用いて、前記試料にCVD処理を施すことを特徴とする。このようにすることによって、プラズマCVD装置に設置されている防着管を破損し難くすることができる。したがって、防着管を交換する周期を延長することができるなどの、プラズマCVD装置による生産効率を向上させることができる。

【0024】

また、本願発明に係るプラズマ処理装置は、前記プラズマは電子サイクロトロン共鳴により生成されることを特徴とする。このようにすれば、試料に与える損傷を小さくすることができるので、より高品質の製品をプラズマ処理によって製造でき、また、歩留まりを向上させることができる等、優れたコスト・メリットを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本願発明に係るプラズマ処理装置の実施の形態について、ECRスパッタリング装置を例にとり、図面を参照しながら説明する。

【1】 ECRスパッタリング装置の構成

本実施の形態に係るECRスパッタリング装置は、前記従来技術に係るECRスパッタリング装置と概ね同様の構成を備えている。

【0026】

図1は、本実施の形態に係るＥＣＲスパッタリング装置の構成を示す断面図である。図1に示されるように、ＥＣＲスパッタリング装置1は、成膜室101、排気口102、試料台104、金属ターゲット105、プラズマ導入口106、プラズマ室107、導波管109、マイクロ波導入窓110、ガス導入口111、励磁コイル112、防着板113、114、および、防着管2から構成されている。

【0027】

成膜室101は、成膜されるべき試料103を配置するための気密な容器である。成膜室101内部の気体は、排気口102から吸引され、排気される。また、成膜室101内には試料台104が設けられており、試料103は当該試料台104上に載置される。

更に、成膜室101のプラズマ室107に接する壁面には、プラズマ室107からプラズマを導入するための円形の開口部分である、プラズマ導入口106が設けられている。この壁面には、このプラズマ導入口106を囲むようにして、成膜室101の内側に、短い円筒状の金属ターゲット105が配設されている。

【0028】

金属ターゲット105は、シールドケース（図示省略。）支持されている。なお、金属ターゲット105には、負電位が印加されており、プラズマ室107に対して低電位となっている。

プラズマ室107は、電子サイクロトロン共鳴によってプラズマを発生させるための円筒状の容器である。プラズマ室107の成膜室101側の底面には、プラズマ導入口106として円形状の開口部分が設けられている。

【0029】

また、プラズマ室107のもう一方の底面には、導波管109を介してマイクロ波108を導入するための矩形状の開口部分が設けられている。当該開口部分は、成膜室101とプラズマ室107とを気密に保つために石英ガラスからなるマイクロ波導入窓110に覆われている。

また、プラズマ室107の当該底面には、更に、アルゴンガスを導入するための開口部分が設けられている。

【0030】

プラズマ室107内に磁場を形成して、電子サイクロトロン共鳴による放電を発生させるために、プラズマ室107は励磁コイル112にて外囲されている。また、プラズマ室107の内壁面には、前記ＥＣＲスパッタリング装置5のプラズマ室507と同様に、酸化珪素等の付着を防ぐための防着板113、114、並びに、防着管2が配設されている。

【0031】

防着板113は円盤状の石英板であって、プラズマ導入口106に対応する位置に円形状の開口部分が設けられている。同様に、防着板114は円盤状の石英板であって、マイクロ波導入窓110に対応する位置に矩形状の開口部分が設けられている。また、防着板114には、更に、プラズマ室107内にアルゴンガスを導入するための開口部分も設けられている。

【0032】

防着管2は、プラズマ室107の内側面に沿うように円筒形状となっており、プラズマ室107内に嵌挿されている。防着管2の構成については、後に詳述する。

[2] ECRスパッタリング装置1の動作

ECRスパッタリング装置1においては、ECRスパッタリング装置5と同様に、以下のようにして成膜処理がなされる。

【0033】

すなわち、先ず、成膜室101内部の気体が排気口102から吸引され、成膜室101及びプラズマ室107の内部が真空状態とされるとともに、水分が除去される。次いで、成膜室101、並びにプラズマ室107内にアルゴンガスが導入される。

そして、導波管109からマイクロ波導入窓110を経てマイクロ波108が導入され

るとともに、励磁コイル112によりプラズマ室107に磁場が形成され、電子サイクロトロン共鳴による放電が惹き起こされる。これによって、プラズマ室107内に高密度のプラズマが発生して、アルゴンイオンが生成される。

【0034】

生成されたアルゴンイオンは正電荷をもっているので、負電位を印加されている金属ターゲット105に引き寄せられて、衝突する。この衝突によって、金属ターゲット105から珪素原子が飛び出す。金属ターゲット105から飛び出した珪素原子は試料103上に堆積する。

また、金属ターゲット105から飛び出した珪素原子は、成膜室101内の気体分子と反応して新たな分子を生成することもある。試料103上には、このようにして生成された分子も堆積する。このようにして、試料103上に膜を形成する成膜処理が進行する。

【0035】

[3] 防着管2の構成

次に、防着管2の構成について更に詳しく説明する。図2は、防着管2の構成を示す図であって、図2(a)は防着管2の外観斜視図、図2(b)は防着管2をその中心軸を含む平面で切った断面図、そして、図2(c)は防着管2を成膜室101側から俯瞰した俯瞰図である。

【0036】

さて、図2(a)に示されるように、防着管2は、上段管21、中段管22、および、下段管23の3つの部分防着管から成っている。これら3つの部分防着管のうち、下段管23は管長が最も大きく、本実施の形態においては144mmとなっている。

これに対して、上段管21と中段管22は管長が短くなっている。それでは10mm、12mmである。また、図2(a)に示されるように、上段管21と中段管22とには、その内壁面に管軸と平行な8つの溝24が等間隔に設けられている。溝24の幅と深さはそれぞれ3mm、0.5mmであって、いずれの溝24も同寸法である。

【0037】

次に、図2(b)に示されるように、上段管21の中段管22側端付近には、管の内径が拡径されている部分(以下、「内径拡大部分」という。)が設けられている。また、中段管22の上段管21側端付近には、管の外径が縮径されている部分(以下、「外径縮小部分」という。)が設けられている。

上段管21と中段管22は、上段管21の内径拡大部分と中段管22の外径縮小部分とを緩く嵌合させることによって、結合されている。

【0038】

同様に、中段管22の下段管23側端付近には内径拡大部分が設けられており、下段管23の中段管22側端付近には外径縮小部分が設けられている。中段管22と下段管23とは、これらを緩く嵌合させることによって、結合されている。

[4] 防着管2の特性

(1) 前述のように、成膜処理時には、プラズマ室107の内部で温度勾配が生じる。特に、プラズマ室107内と成膜室101内とでは温度差が大きいために、防着管2においても成膜室101に近い部分でより大きな温度勾配が生じる。

【0039】

この温度勾配に起因して、防着管2の成膜室101から近い部分では熱膨張の度合いがより大きくなり、成膜室101に遠い部分では熱膨張の度合いがより小さくなる。

図2(b)には、この間の事情が表されている。図2(b)に示されるように、各部分防着管には成膜室101からの距離に応じた大きさの熱応力31が作用する。すなわち、成膜室101に近いほど熱応力が大きく、成膜室101から遠いほど熱応力が小さくなる。

【0040】

このような現象に対して、本実施の形態に係る防着管2は上述のような3つの部分防着管に分割されており、それらは緩く嵌合されているので、部分防着管毎に熱膨張の度合い

に差が生じても、各部分防着管が自由に熱膨張することができる。すなわち、部分防着管間では熱膨張に起因する内部応力が発生しないので、このような内部応力による熱疲労も発生しない。

【0041】

したがって、熱疲労による防着管2の破損を免れることができる。防着管2が破損しなければ、防着管2に付着した酸化珪素や、防着管2から生じる石英片が飛散しないので、ECRスパッタリング装置1は、優れた成膜特性を保つことができる。

(2) また、個々の部分防着管に注目すると、前述のように、部分防着管の内側面には酸化珪素等が堆積して膜が形成される。この膜もまたプラズマにより熱せられることによって膨張する。この膜の膨張に起因して、部分防着管の内側面に、図2(c)に示されるような応力32が生じる。

【0042】

このような応力32に対して、本実施の形態においては、部分防着管の内側に前述したような溝を設けているので、膜の膨張に起因する応力32による歪を逃すことができる。したがって、防着管2の破損を防止して、ECRスパッタリング装置1の成膜特性を保つことができる。

(3) また、成膜室101とプラズマ室107との間の温度差が大きいため、より大きな熱応力を受ける上段管21は、中段管22や下段管23よりも破損し易い。また、同様の理由によって、中段管22は下段管23よりも破損し易い。これに対して、本実施の形態によれば、防着管の破損が発生した場合、破損した部分防着管のみを交換すれば良い。

【0043】

すなわち、前述した従来技術の場合とは異なって、防着管全体を交換する必要がないので、ECRスパッタリング装置における防着対策に要するコストを低減することができる。

[5] 変形例

以上、本願発明を実施の形態に基づいて説明してきたが、本願発明は、上述の実施の形態に限定されないのは勿論であり、以下のような変形例を実施することができる。

【0044】

(1) 上記実施の形態においては、防着管2を構成する各部分防着管の具体的な管長を例示して説明したが、本願発明がこれに限定されないのは言うまでも無く、寸法を異にする場合であっても、上述したように、防着管を複数の部分防着管から成るとすれば、本願発明の効果を得ることができる。

この場合において、各部分防着管の管長は、ECRスパッタリング装置1において成膜処理を実行する際の温度分布を勘案して決定するのが望ましい。すなわち、ひとつの部分防着管の各部分間の温度差が所定の範囲内に納まるように管長を決定するのが望ましい。

【0045】

このように管長を決定すれば、部分防着管に作用する熱応力を小さくすることができる。部分防着管を熱疲労により破損し難くすることができる。したがって、防着管の寿命を延長して、ECRスパッタリング装置1の成膜処理に係るコストを低減することができる。

(2) 上記実施の形態においては、防着管2を構成する部分防着管の数が3つである場合を例にとり本願発明について説明したが、本願発明がこれに限定されないのは言うまでも無く、ひとつの防着管を構成する部分防着管の数が2以上であれば、本願発明の効果を得ることができる。

【0046】

一つの防着管を構成する部分防着管の数を決定するに当たっては、部分防着管の管長を決定する場合と同様に、ECRスパッタリング装置1において成膜処理を実行する際の温度分布を勘案するのが好適である。

すなわち、ECRスパッタリング装置1において成膜処理を実行する際の防着管の内側

面の防着管軸に沿った温度勾配が緩やかである場合には、部分防着管の数を少なくしても良く、逆に、前記温度勾配が急である場合には、部分防着管の数を多くするのが好ましい。

【0047】

このように部分防着管の数を決定すれば、個々の部分防着管に作用する熱応力を小さくすることができるので、部分防着管を熱疲労により破損し難くすることができる。したがって、防着管の寿命を延長して、E C Rスパッタリング装置1の成膜処理に係るコストを低減することができる。

(3) 上記実施の形態においては、部分防着管の内側面に8つの溝を設ける場合について説明したが、本願発明がこれに限定されないのは言うまでも無く、部分防着管の内側面に設ける溝の数が8つ以外の場合であっても、少なくともひとつの溝が設けることによって、本願発明の効果を得ることができる。

【0048】

この場合において、部分防着管の内側面に設ける溝の数は、当該部分防着管の内側面に生じる付着膜の膜厚や膜質に応じて決定するのが好ましい。なぜならば、付着膜の膜厚や膜質によって部分防着管が被る応力の大きさが変化するからであり、当該応力が小さい場合には溝の数を少なくしても良く、応力が大きい場合には溝の数を多くするのが望ましい。

【0049】

また、上記実施の形態においては、下段管23には溝を設けない場合について説明したが、本願発明がこれに限定されないのは言うまでも無く、すべての部分防着管に溝を設けるとしても良い。

この場合において、ひとつの防着管を構成する部分防着管の間では内側面に設ける溝の数を同一とすることが望ましいが、付着膜に起因して発生する応力が当該部分防着管の間で著しく異なる場合には、設ける溝の数を当該応力に応じて異にするとしても良い。

【0050】

また、部分防着管の内側面に複数の溝を設ける場合には、当該部分防着管の管軸周りに等間隔となるように溝を設けるのが好適である。このようにすれば、当該部分防着管の内側面にかかる応力を平均化して、当該応力の最大値を抑えることができるので、当該部分防着管を破損し難くすることができる。

(4) 上記実施の形態においては、成膜室101に近い側の部分防着管に設けられた内径拡大部分に、成膜室101から遠い側の部分防着管に設けられた外径縮小部分を嵌め込むことによって部分防着管どうしを結合させるとしたが、本願発明がこれに限定されないのは言うまでも無く、上記実施の形態とは異なる方法によって部分防着管どうしを結合させるとても良い。

【0051】

すなわち、上記実施の形態とは逆に、成膜室101に近い側の部分防着管に設けられた外径縮小部分を設け、成膜室101から遠い側の部分防着管に設けられた内径拡大部分を設けて、これらを嵌め合わせることによって部分防着管どうしを結合させるとても良い。

また、このような相欠接ぎの他に、斜摺合せ接ぎにより部分防着管どうしを結合させるとしても良いし、部分防着管の側壁部分の厚みによっては核接ぎによって部分防着管どうしを結合させるとしても良い。部分防着管どうしの結合のさせ方の如何によらず本願発明を実施して、その効果を得ることができる。

【0052】

なお、成膜処理時に、部分防着管の間で熱膨張の度合いに差が生じることを考慮すれば、部分防着管の間にある程度の余裕を与えて結合させるのが好適である。このような余裕を与えることによって、熱膨張の度合いの差を吸収して、部分防着管の熱疲労を抑えることができるので、本願発明の効果をさらに高めることができる。

(5) 上記実施の形態においては、本願発明を説明するにあたってE C Rスパッタリ

ング装置を例に取ったが、本願発明の適用対象がE C Rスパッタリング装置に限定されないのは言うまでも無く、E C Rスパッタリング装置以外の高密度プラズマ処理装置に対しても本願発明を適用して、その効果を得ることができる。

【0053】

すなわち、誘導結合プラズマ (ICP: induction coupled plasma) を生成して処理を行うプラズマ処理装置や、ヘリコン波プラズマ (HWP: helicon-wave excited plasma) を生成して処理を行うプラズマ処理装置に本願発明を適用するとしても良い。

図3は、本変形例に係る I C Pスパッタリング装置の構成を示す断面図である。図3に示されるように、 I C Pスパッタリング装置においては、プラズマ室307の周囲にコイル312を配設し、このコイルに高周波電流を流して誘導結合プラズマを生成してスパッタリング処理を行う。

【0054】

かかる I C Pスパッタリング装置においても、プラズマ室307の内部に配設される防着管315を、プラズマ発生時の温度勾配に応じて分割することによって、防着管315の破損を防止することができる等、本願発明の効果を得ることができる。

なお、プラズマの発生方法によらず、プラズマ密度が 10^{10} ions/cm³以上に達する場合に本願発明は特に有効であり、プラズマ処理装置を長寿命化する等の効果を奏する。

【0055】

(6) 上記実施の形態においては、本願発明を説明するにあたって E C Rスパッタリング装置を例に取ったが、本願発明の適用対象がE C Rスパッタリング装置に限定されないのは言うまでも無く、スパッタリング処理装置以外のプラズマ処理装置に対しても本願発明を適用して、その効果を得ることができる。

図4は、本願発明の変形例に係る防着管を備えた反応性イオンビームエッティング (RIBE: Reactive Ion Beam Etching) 装置 (以下、「R I B E装置」という。) の構成を例示する断面図である。

【0056】

図4に示されるように、本変形例に係る R I B E装置4は、試料 (ウエハ) 401、試料台402、試料室403、イオン引き出し電極404、励磁コイル405、マイクロ波導入窓406、導波管407、プラズマ室410、防着板411、および、防着管412を備えている。

R I B E装置4は、試料室403内が真空化された後、導波管407からマイクロ波導入窓406を経てマイクロ波408が導入されるとともに、原料ガス409がプラズマ室410内に導入される。そして、R I B E装置4は、励磁コイル405にてプラズマ室410内に磁場を形成して、電子サイクロトロン共鳴による放電を発生させる。すると、高密度のプラズマが発生する。

【0057】

そして、イオン引き出し電極404に負電位を印加して、前記プラズマから反応性元素イオン413を引き出す。ここで、前記試料台402は平板上の電極となっており、当該試料台402に高周波電圧を加えると直流的な電界が生じる。これによって、前記反応性元素イオン413がウエハ401に向かって垂直方向に入射して、異方性エッティングが行われる。

【0058】

このようにエッティングを行う際に試料室403の内壁に不要な物質が付着するのを防止する必要があるので、試料室403の内部には円形状の防着板411と円筒状の防着管412が設置されている。

R I B E装置においても、E C Rスパッタリング装置と同様に、試料室とプラズマ室との間には大きな温度差が生じるので、防着管が熱疲労により破損する問題がある。

【0059】

これに対して、本変形例に係る R I B E装置4においては、前記防着管2と同様に、エ

ッティング処理中の温度分布に応じて防着管412が複数の部分防着管に分割されているので、上述のような破損を免れることができる。したがって、防着部材の交換頻度を低減できるので、エッティング処理に係る諸コストを低減することができる。

本願発明は、E C R プラズマC V D (Chemical Vapor Deposition) 装置に適用して、上述と同様の効果を奏することができる。図5は、本変形例に係るE C R プラズマC V D 装置の構成を例示する断面図である。

【0060】

図5に示されるように、E C R プラズマC V D 装置5は、試料室501、試料台502、ウエハ503、励磁コイル504、プラズマ室505、マイクロ波導入窓506、導波管507、防着板510、512、および、防着管511を備えている。

E C R プラズマC V D 装置5は、先ず、試料室501、および、プラズマ室の内部の不要なガスを真空ポンプにて排気する。そして、周波数2.45GHzのマイクロ波508を、マグネットロンから導波管507、マイクロ波導入窓506を介して、プラズマ室505に導入する。また、プラズマ室505には、原料ガスとして窒素ガス(N₂)等が導入される。

【0061】

この状態で、励磁コイル504を用いて磁界(875G)をプラズマ室505に加えると、電子サイクロトロン共鳴により高密度のプラズマが発生する。このようにして得られた活性ガス分子を試料室501に導き、別途、試料室505に導入したシランガス(SiH₄)513と反応させて、ウエハ503上にSi₃N₄膜を堆積させる。

この場合においても、試料室501の内壁に不要な物質が付着して膜が形成されるのを防ぐために防着板510、512、および、防着管511が試料室501内に配設される。試料室501とプラズマ室505との間の温度差に起因して、防着管511が破損するのを防止するために、本変形例に係る防着管511はE C R プラズマC V D処理時の温度分布に応じて複数の部分防着管に分割されている。

【0062】

このようにすることによって、防着部材の交換頻度を低減できるので、E C R プラズマC V D処理に係る諸コストを低減することができる。

なお、上記したエッティング処理やC V D処理をICPやHWP等、E C R以外の方法で発生させたプラズマを用いて行う場合にも、本願発明の効果が得られることはいうまでもない。

【0063】

(7) 上記実施の形態並びに変形例においては、防着管や防着板がプラズマ室や試料室の内壁に接触している場合を例にとって説明したが、本願発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これらに代えて次のようにするとしても良い。

すなわち、防着管や防着板は、上述の通り、プラズマ室や試料室の内壁に不要な物質が付着するのを防止するために配設されるものであるから、かかる目的を達成することができさえすれば良く、例えば、防着管の外径寸法がプラズマ室や試料室の内径寸法よりも小さいとしても良い。また、この場合において、防着板面積が、当該防着板が取着されている内壁面の面積よりも小さいとしても良い。

【0064】

防着管や防着板の寸法や形状は、これらが取着されるプラズマ室や試料室の寸法や形状に合わせて決定されれば良い。防着管の寸法や形状に関わらず、防着管を複数個に分割することによって、防着管の破損を抑えることができる。従って、防着管の交換頻度を低減して、プラズマ処理装置のランニング・コストを削減することができる。

【産業上の利用可能性】

【0065】

本願発明に係るプラズマ処理装置は、プラズマを利用して薄膜形成等の処理を行う際にプラズマ処理装置の内部に酸化ケイ素等が付着するのを防ぐ防着部材を長寿命化してプラズマ処理に係るコストを削減するための技術として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】本願発明の実施の形態に係るE C Rスパッタリング装置の構成を示す断面図である。

【図2】本願発明の実施の形態に係る防着管2の構成を示す図であって、図2 (a)は防着管2の外観斜視図、図2 (b)は防着管2をその中心軸を含む平面で切った断面図、そして、図2 (c)は防着管2を成膜室101側から俯瞰した俯瞰図である。

【図3】本願発明の変形例に係る防着管を備えたI C Pスパッタリング装置の構成を例示する断面図である。

【図4】本願発明の変形例に係る防着管を備えた反応性イオンビームエッチング装置の構成を例示する断面図である。

【図5】本願発明の変形例に係るE C RプラズマC V D装置の構成を例示する断面図である。

【図6】従来技術に係るE C Rスパッタリング装置の構成を例示する断面図である。

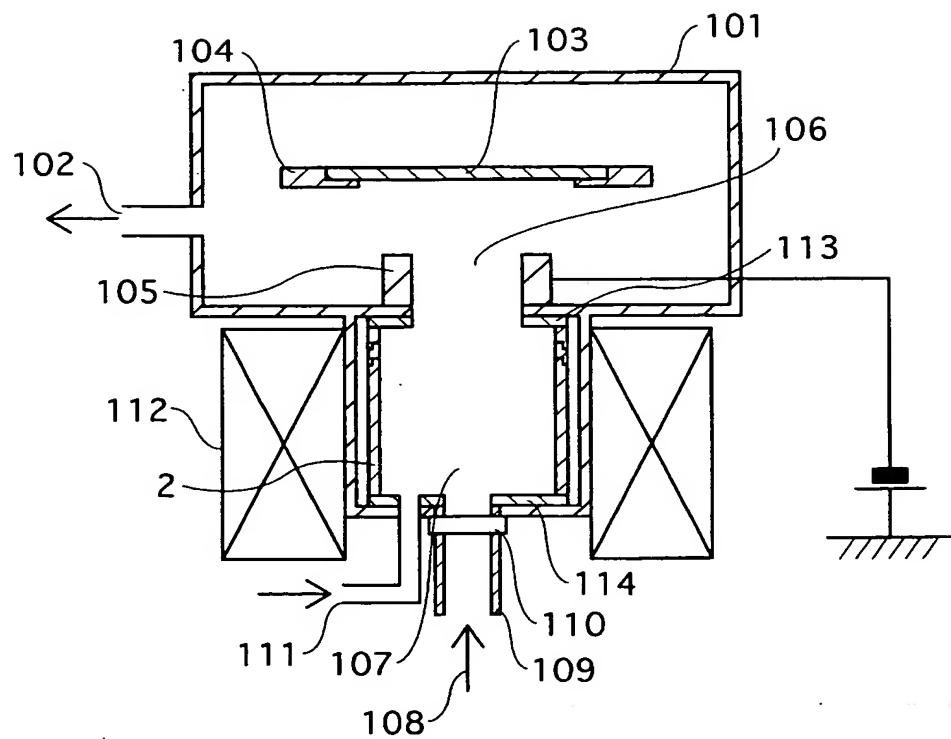
【符号の説明】

【0067】

1、6	E C Rスパッタリング装置
2、315、412、511、620	防着管
4	反応性イオンビームエッチング装置
5	E C RプラズマC V D装置
21	上段管
22	中段管
23	下段管
24	溝
31	熱応力
32	応力
101、301、601	成膜室
102、302、602	排気口
103、303、401、503、603	試料（ウエハ）
104、304、402、502、604	試料台
105、305、605	金属ターゲット
106、306、606	プラズマ導入口
107、307、410、505、607	プラズマ室
108、308、408、508、608	マイクロ波
109、309、407、507、609	導波管
110、310、406、506、610	マイクロ波導入窓
111、311、611	ガス導入口
112、405、504、612	励磁コイル
113、114、313、314、411	防着板
312	コイル
316	バイアス用高周波電源
317	高周波電源
403、501	試料室
404	イオン引き出し電極
409、509	原料ガス
413	反応性元素イオン
510、512、613、614	防着板
513	シランガス

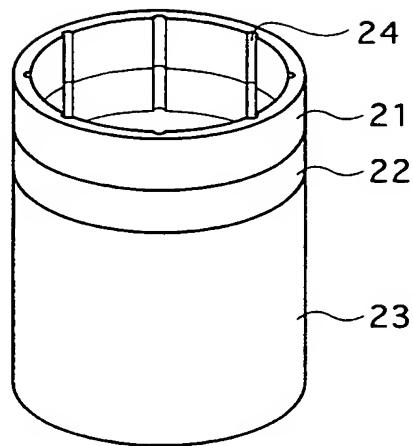
【書類名】図面
【図 1】

1

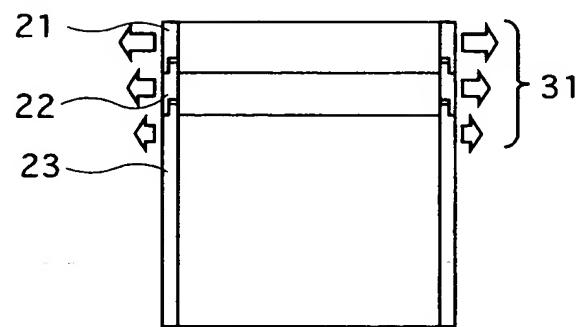


【図2】

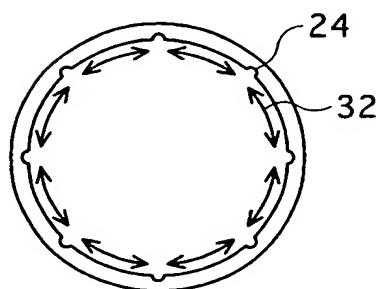
(a)



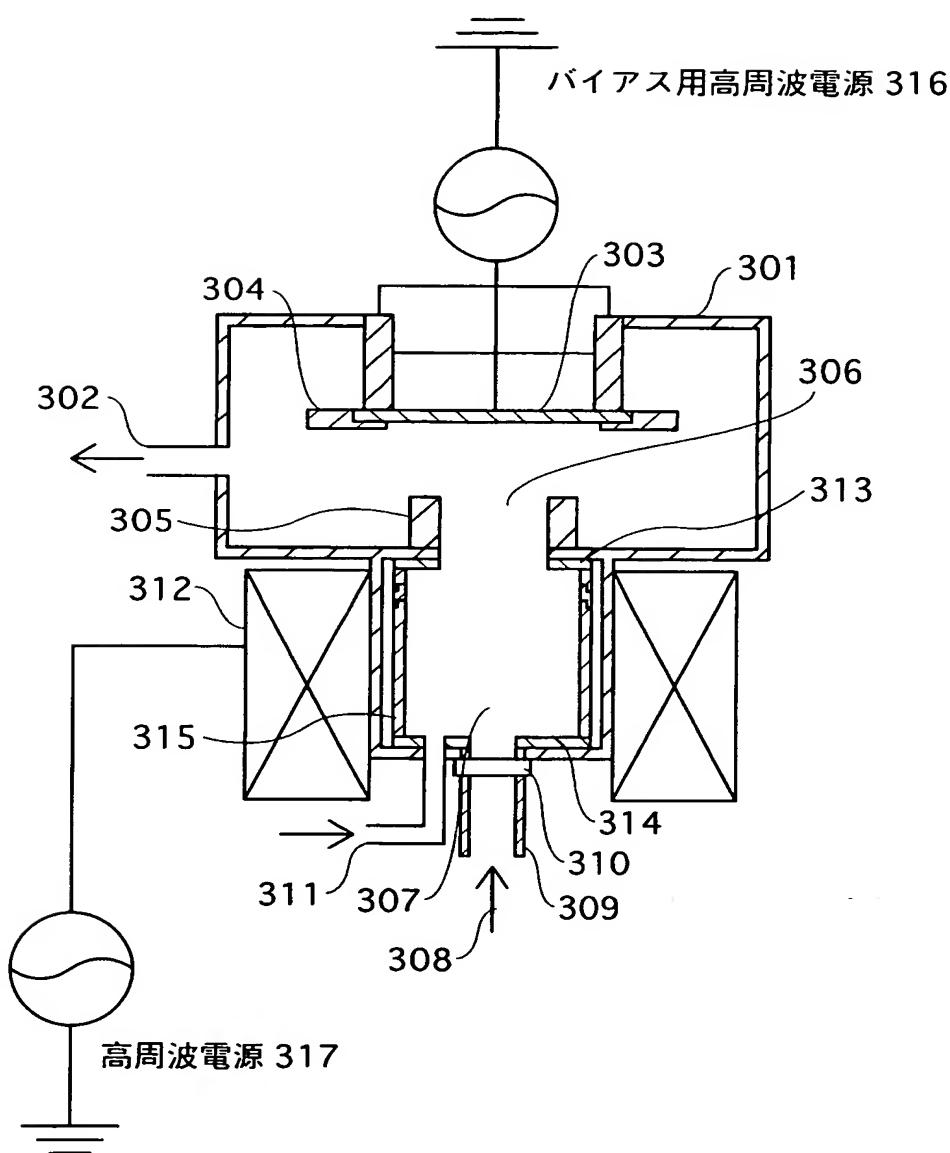
(b)



(c)

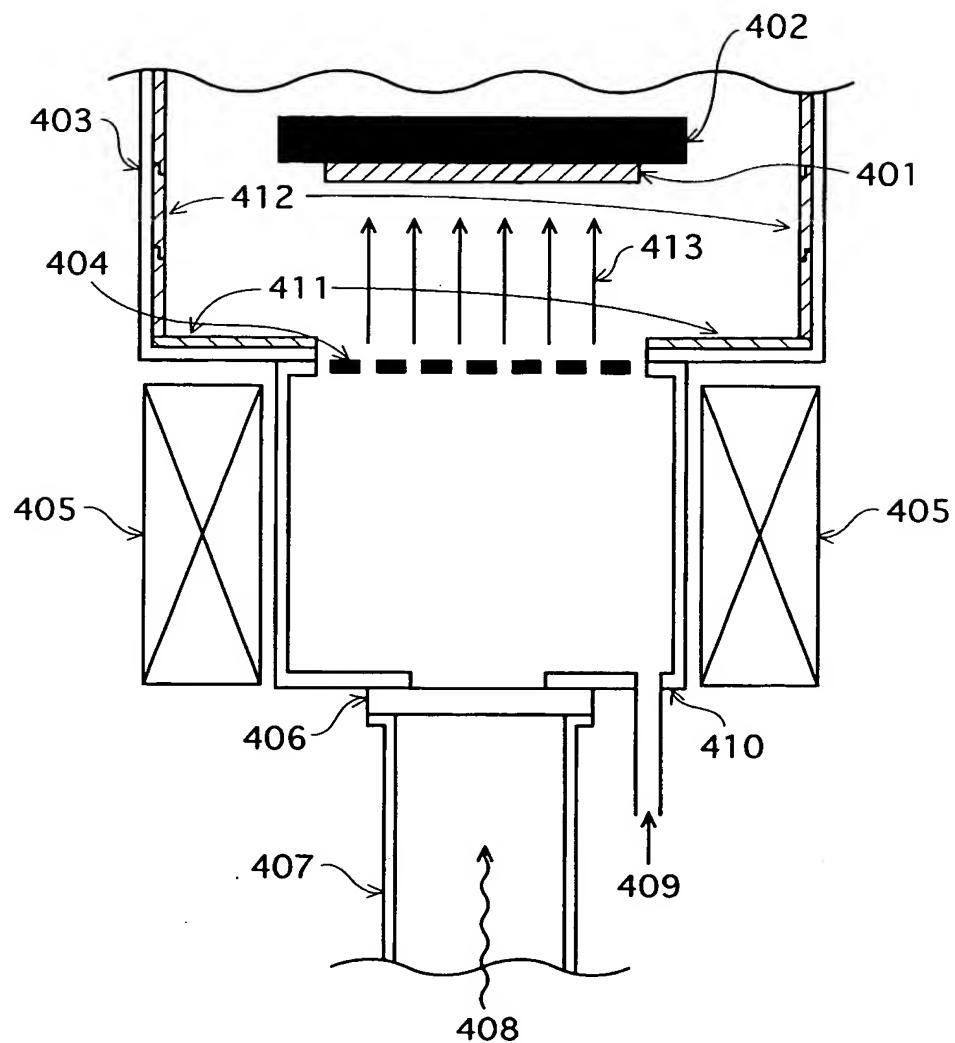


【図3】

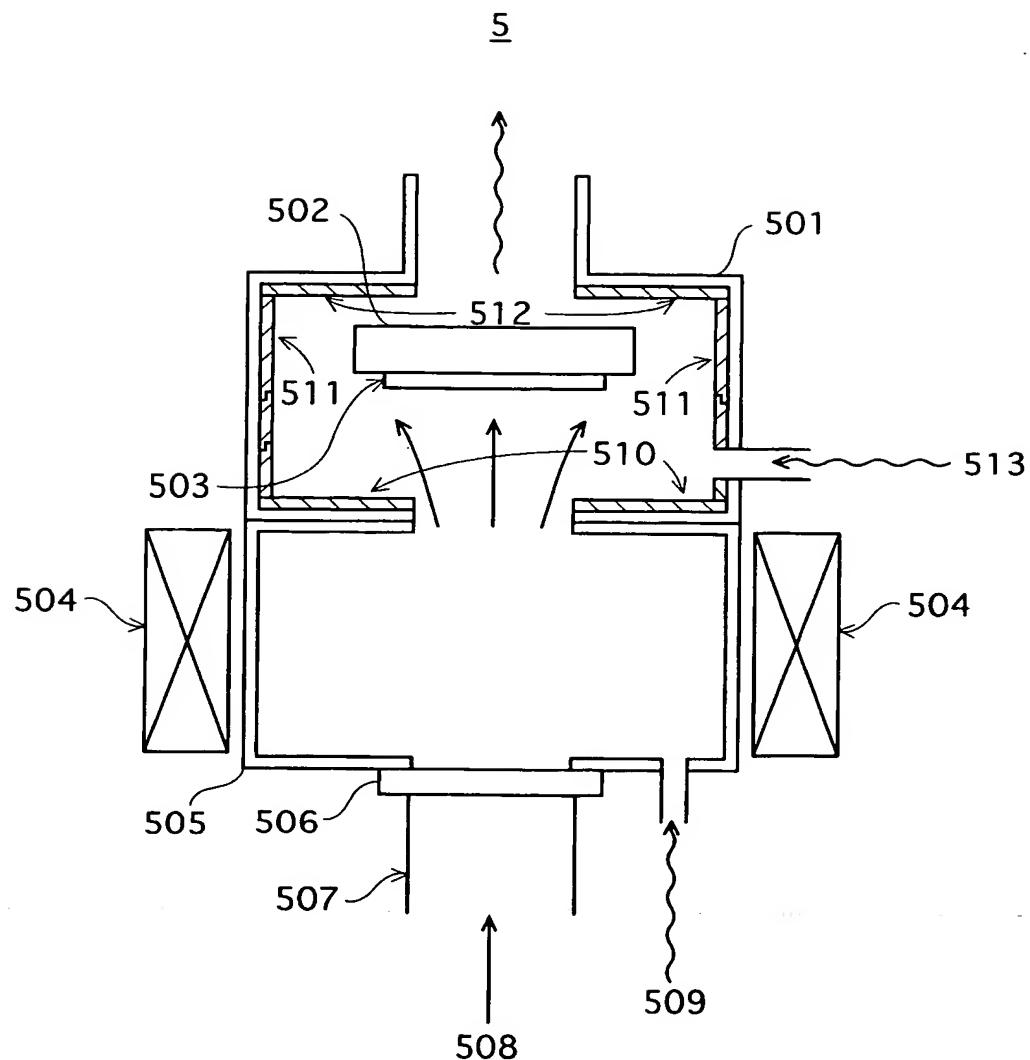


【図4】

4

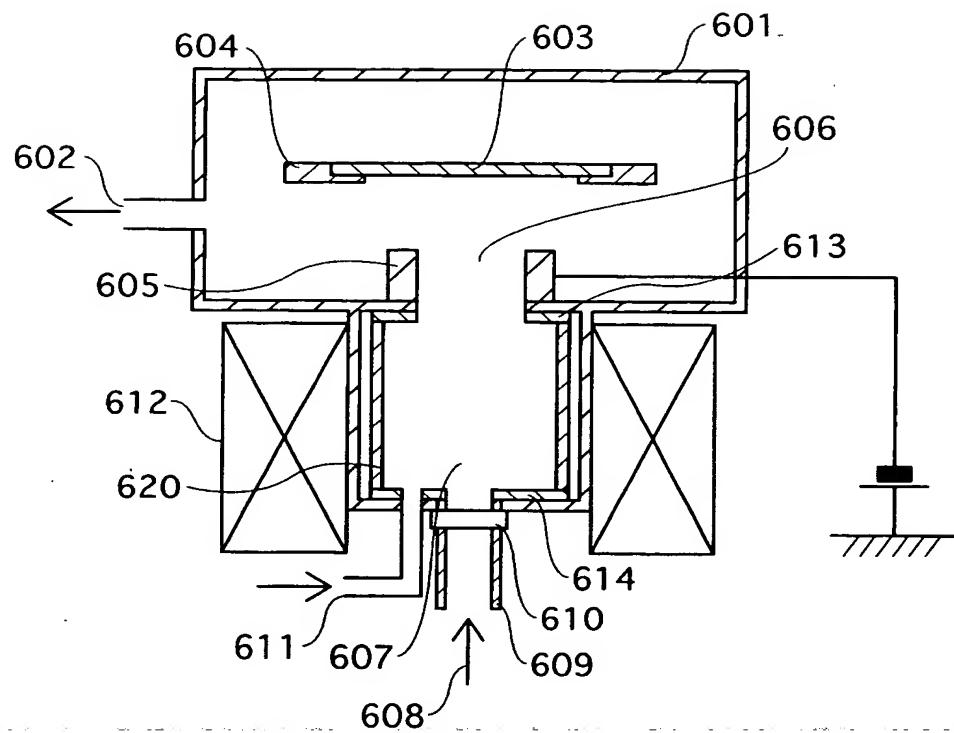


【図5】



【図6】

6



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 防着部材の交換頻度を低減することができるプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 電子サイクロトロン共鳴によりプラズマを生成するプラズマ室と、前記プラズマにより処理される試料を保持する試料室とを備えるプラズマ処理装置において、前記プラズマによる生成物が前記プラズマ室の内壁に付着するのを防ぐ防着管2は、前記プラズマ発生時の温度分布に応じて、複数の部分防着管21、22、23に分割されている。

【選択図】 図2

特願2003-386910

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社